



DIALOG(R) File 347-JAPIO
(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06252684 **Image available**
VIBRATION PROOF OPTICAL SYSTEM FOR OBSERVATION OPTICAL UNIT

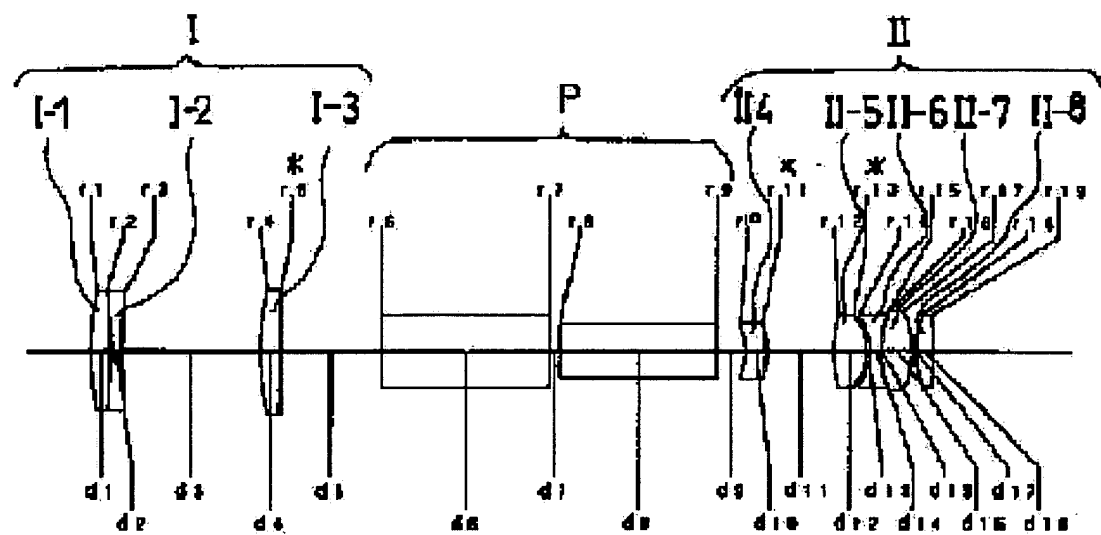
PUB. NO.: 11-194263 A]
PUBLISHED: July 21, 1999 (19990721)
INVENTOR(s): YANO TAKAAKI
APPLICANT(s): ASAHI OPTICAL CO LTD
APPL. NO.: 10-001174 [JP 981174]
FILED: January 06, 1998 (19980106)
INTL CLASS: G02B-013/00; G02B-013/18; G02B-023/02; G02B-025/00

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive and small vibration proof optical system of an observation optical unit, which is easily generated, by constituting a vibration proof lens driven in a direction orthogonal to an optical axis in accordance with vibration added to the observation optical unit at a back group and satisfying a specified condition.

SOLUTION: An objective optical system I, an erect optical system P and an eyepiece optical system II are provided in order from an object-side. The objective optical system I is constituted of a front group constituted of the combination lens of a first lens I-1 and a second lens I-2 and the back group constituted of a third lens I-3 which has positive power and whose one face is aspherical in order from the object-side. The back group constitutes a vibration proof lens driven in the direction orthogonal to the optical axis in accordance with vibration added to the observation optical unit and it satisfies a condition expression $-300 < \phi_{1-3}/\phi_{1-2} < 0$. Then, ϕ_{1-3} is the synthesis power of the objective optical system, and ϕ_{1-2} is the face power of the sticking face of the positive lens I-1 and the negative lens I-2 in the front group of the objective optical system. The front/back order between one positive lens I-1 and one negative lens I-2 in the front group of the objective optical system I is not required.

COPYRIGHT: (C)1999, JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-194263

(43)公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 13/00
13/18
23/02
25/00

G 0 2 B 13/00
13/18
23/02
25/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平10-1174

(22)出願日 平成10年(1998) 1月6日

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 矢野 隆明

北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク1
-1-10札幌市エレクトロニクスセンター
313号室 旭光学工業株式会社ペンタック
ステクノロジー札幌内

(74)代理人 弁理士 三浦 邦夫

(54)【発明の名称】 観察光学機器の防振光学系

(57)【要約】

【目的】 安価で小型で作成しやすい、観察光学機器に適した防振光学系を得ること。

【構成】 物体側から順に、対物光学系、正立光学系、及び観察光学系を有する観察光学機器において、対物光学系は、正のパワーのレンズと負のパワーのレンズの貼り合わせレンズからなる前群と、正のパワーの少なくとも1面が非球面の1枚のレンズからなる後群とで構成されており、この後群が防振レンズを構成し、条件式

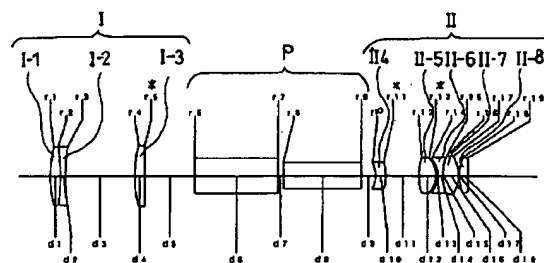
(1) を満足する防振光学系。

(1) $-0.30 < \phi_c / \phi_{1-3} < 0$

但し、

ϕ_{1-3} : 対物光学系全系の合成パワー、

ϕ_c : 対物光学系前群の正レンズと負レンズの貼合せ面の面パワー。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、対物光学系、正立光学系、及び観察光学系を有する観察光学機器において、上記対物光学系は、物体側から順に、正のパワーの1枚のレンズと負のパワーの1枚のレンズの貼り合わせレンズからなる前群と、正のパワーの少なくとも1面が非球面の1枚のレンズからなる後群とで構成され、上記後群は、観察光学機器に加わる振動に応じて光軸と直交する方向に駆動される防振レンズを構成し、下記条件式(1)を満足することを特徴とする防振光学系。

$$(1) -0.30 < \phi_c / \phi_{1-3} < 0$$

但し、

ϕ_{1-3} : 対物光学系全系の合成パワー、

ϕ_c : 対物光学系前群の正レンズと負レンズの貼合せ面の面パワー。

【請求項2】 請求項1記載の防振光学系において、下記条件式(2)及び(3)を満足する防振光学系。

$$(2) |\phi_{1-2} / \phi_{1-3}| < 0.4$$

$$(3) 0.8 < h_i / h_x < 1.4$$

但し、

h_i : 対物光学系前群の最も物体側の面の近軸軸上光線の高さ、

h_x : 対物光学系前群の最も観察光学系側の面の近軸軸上光線の高さ。

【請求項3】 請求項1または2記載の防振光学系において、対物光学系の後群を構成する非球面を有するレンズは、プラスチックレンズである観察光学機器の防振光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明は、防振機能を有する観察光学機器に適した防振光学系に関する。

【0002】

【従来技術及びその問題点】 双眼鏡、望遠鏡等の観察光学機器の防振光学系として、例えば特開平6-43365号公報、特開平6-308431号公報に記載の光学系が知られている。このうち、特開平6-43365号では、対物レンズとプリズムの間に、加わる振動に応じて頂角を変化させる可変頂角プリズムを配置することにより、防振性能の向上を計っている。しかし、この光学系は、可変頂角プリズムが集光光束中にあるため、プリズムの角度が変わると偏心コマ収差が発生してしまうという欠点があった。

【0003】 図13は、この光学系の具体例に示すもので、接合ダブルレットレンズからなる対物光学系1、可変頂角プリズム2、正立光学系3、及び接眼レンズ4を備えている。図14と図15はそれぞれ、この防振光学系の防振前、つまり可変頂角プリズム2が頂角を変える前と、振れ角1°を補正するべく可変頂角プリズム2の角

度を変化させた防振1°の状態の軸上コマ収差を示している。この図14と図15を比較すると、防振1°の軸上コマ収差は、防振前よりも増大していることがわかる。この例は、特定の設計例についてのものであるが、可変頂角プリズムを用いた防振光学系は、一般的にこの性質がある。

【0004】 また、特開平6-308431号は、対物レンズの前に防振アダプターを配置することにより、防振を図っている。しかし、対物レンズの前に防振アダプターを配置するため全体が大型化してしまうという問題があった。

【0005】

【発明の目的】 本発明は、双眼鏡、望遠鏡等の観察光学機器に適した防振光学系であって、安価で小型で、かつ作りやすい観察光学機器の防振光学系を得ることを目的とする。

【0006】

【発明の概要】 本発明の防振光学系は、物体側から順に、対物光学系、正立光学系、及び観察光学系を有する観察光学機器において、対物光学系は、物体側から順に、正のパワーの1枚のレンズと負のパワーの1枚のレンズの貼り合わせレンズからなる前群と、正のパワーの少なくとも1面が非球面の1枚のレンズからなる後群とで構成され、この後群が、観察光学機器に加わる振動に応じて光軸と直交する方向に駆動する防振レンズを構成し、さらに次の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$(1) -0.30 < \phi_c / \phi_{1-3} < 0$$

但し、

ϕ_{1-3} : 対物光学系全系の合成パワー、

ϕ_c : 対物光学系前群の正レンズと負レンズの貼合せ面の面パワー、である。

対物光学系の前群の1枚の正レンズと1枚の負レンズの前後の順序は問わない。

【0007】 また、本発明の防振光学系は、次の条件式(2)及び(3)を満足することが好ましい。

$$(2) |\phi_{1-2} / \phi_{1-3}| < 0.4$$

$$(3) 0.8 < h_i / h_x < 1.4$$

但し、

h_i : 対物光学系前群の最も物体側の面の近軸軸上光線の高さ、

h_x : 対物光学系前群の最も観察光学系側の面の近軸軸上光線の高さ、

である。『近軸軸上光線』とは、無限遠にある光軸上の物点からの光線を意味する。

【0008】 対物光学系の後群は、1枚の非球面レンズからなり、かつ光軸と直交する方向に駆動するレンズであるから、非球面の成形が容易で軽いプラスチックレンズから構成することが好ましい。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の防振光学系は、物体側から順に、対物光学系、正立光学系、及び接眼光学系を有する観察光学機器において、対物光学系を、物体側から順に、正のパワーの1枚のレンズと負のパワーの1枚のレンズの貼り合わせレンズからなる前群と、正のパワーの少なくとも1面が非球面の1枚のレンズからなる後群とから構成している。そして、この後群（非球面レンズ）を光軸と直交する方向に駆動して防振する。このように対物光学系の前群を貼り合わせレンズとすることで、偏心感度やシフト感度などを分離タイプに比べて低くすることができるので、結果的に低コストが達成できる。

【0010】条件式（1）は、対物光学系の前群の貼合せに関する条件である。条件式（1）の上限を越えると、貼合せレンズの屈折率差が小さくなり、また貼合せ面のRが緩くなりすぎて、球面収差の補正が困難になる。条件式（1）の下限を超えると、相対的に対物光学系の合成パワーが弱くて装置全体が大型化したり、貼合せレンズの屈折率差が大きくなりガラス材のコストアップになったり、貼合せ面のRがきつくなりすぎる。また貼合せが分離してしまう（貼合せレンズとして成立しない）。

【0011】条件式（2）は、対物光学系の各レンズで効果的に収差補正を行なうための条件である。収差補正は、対物光学系の全系のパワーに対して、前群のパワー（正レンズと負レンズの合成パワー）が小さい程有利である。条件式（2）の上限を超えると、対物光学系の球面収差、コマ収差の補正を十分に行なうことができない。

【0012】条件式（3）は、アフォーカル系のときの角倍率に相当するもので、コストを下げるための条件である。条件式（3）の上限を超えると、対物光学系の前群の正レンズと負レンズが厚くなり過ぎて、コストアップになる。条件式（3）の下限を超えると、前群貼合せレンズの像側のレンズと後群レンズ（非球面レンズ）の径が大きくなる。

【0013】対物光学系の後群レンズをプラスチックで構成するのは、プラスチックは非球面の成形が容易であり、またガラスに比べ軽いので軽量化に有利であるからである。

【0014】また、本発明の防振光学系は、次の条件式（4）を満足することが好ましい。

面 No.	R	D
1	59.039	4.000
2	-85.520	2.000
3	109.137	27.630
4	53.307	4.000
5 *	-1056.731	20.000
6	∞	34.000
7	∞	2.000

$$(4) \quad 0.5 < |\tan 1^\circ / (\phi_{1-3} - \phi_{1-2})| < 5 \quad (\text{単位mm})$$

但し、

ϕ_{1-2} : 対物光学系前群の正レンズと負レンズの合成パワー、

である。

【0015】この条件式（4）は、防振感度に関するもので、ブレ角 1° を補正するときの後群レンズ（非球面レンズ）のシフト量を規定している。条件式（4）の下限を超えると、防振感度が高くなりすぎて、制御が困難になる。上限を超えると、防振感度が低くなりすぎ、シフト量が大きくなって大型化する。

【0016】以下、表および図面を用いて具体的な数値実施例を説明する。表および図面中、Rは曲率半径、Dはレンズ厚またはレンズ間隔、Ndはd線の屈折率、 ν_d はアッペ数を示す。また、諸収差図中、Bは射出光線が光軸となす角度、d線、g線、C線は、それぞれの波長における、球面収差によって示される色収差、倍率色収差、Sはサジタル、Mはメリディオナルを示している。

【0017】また、回転対称非球面は次式で定義される。

$$x = Ch^2 / \{1 + [1 - (1+K)C^2h^2]^{1/2}\} + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10}, \dots$$

(Cは曲率(1/r)、hは光軸からの高さ、Kは円錐係数、A4、A6、A8、A10は非球面係数)。

【0018】〔実施例1〕図1ないし図4は、本発明を防振望遠鏡に適用した光学系の実施例を示す。図1はそのレンズ構成図であり、物体側から順に、対物光学系I、正立光学系P及び接眼光学系IIより構成され、対物光学系Iは、物体側から順に、正の第1レンズI-1と負の第2レンズI-2の貼合せレンズからなる前群と、正のパワーを持ち少なくとも1面が非球面の第3レンズI-3からなる後群から構成されている。接眼光学系IIは、物体側から順に、負の第4レンズII-4、正の第5レンズII-5、負の第6レンズII-6と正の第7レンズII-7の接合レンズ及び正の第8レンズII-8より構成されている。表1はその数値データである。図2は諸収差図、図3は防振前の軸上コマ収差、図4は振れ角 1° を補正する防振 1° での軸上コマ収差を示す。

【0019】

【表1】

Nd	ν_d
1.51633	64.1
1.60342	38.0
-	-
1.49176	57.4
-	-
1.56883	56.3
-	-

8	∞	32.000	1.56883	56.3
9	∞	5.800	-	-
10	-11.271	4.000	1.49176	57.4
11*	-27.245	13.470	-	-
12	23.936	6.770	1.49176	57.4
13*	-10.075	0.700	-	-
14	-11.190	2.000	1.58547	29.9
15	25.294	0.200	-	-
16	24.157	6.200	1.49176	57.4
17	-15.260	0.500	-	-
18	22.703	3.500	1.60311	60.7
19	-75.123	-	-	-

*は回転対称非球面を表わす。

非球面データ（表示のない非球面係数は0である）；

No. 5；K=0.00, A4=0.54040×10⁻⁶

No. 11；K=0.00, A4=-0.17120×10⁻³, A6=-0.54020×10⁻⁶

No. 13；K=-1, A4=-0.46000×10⁻⁵

【0020】図3及び図4の軸上コマ収差図が示すように、防振前と防振1°での軸上コマ収差はよく補正されており、特に防振後であっても、軸上コマ収差が大きく発生することはない。

【0021】〔実施例2〕図5ないし図8は、本発明を防振望遠鏡に適用した光学系の実施例を示す。図5はそのレンズ構成図であり、物体側から順に、対物光学系I、正立光学系P及び接眼光学系IIより構成され、対物光学系Iは、物体側から順に、正の第1レンズI-1と負の第2レンズI-2の貼合せレンズからなる前群及び正のパワーを持ち少なくとも1面が非球面の第3レンズ

I-3からなる後群から構成されている。接眼光学系IIは、物体側から順に、負の第4レンズII-4、正の第5レンズII-5、負の第6レンズII-6と正の第7レンズII-7の接合レンズ及び正の第8レンズII-8より構成されている。表2はその数値データである。図6はこの光学系の諸収差図、図7は防振前の軸上コマ収差、図8は振れ角1°を補正する防振1°での軸上コマ収差を示す。

【0022】

【表2】

面 No.	R	D	Nd	vd
1	70.950	4.000	1.51633	64.1
2	-68.000	2.000	1.60342	38.0
3	202.339	6.220	-	-
4	120.000	4.000	1.49176	57.4
5*	-237.774	37.000	-	-
6	∞	34.000	1.56883	56.3
7	∞	2.000	-	-
8	∞	32.000	1.56883	56.3
9	∞	16.000	-	-
10	-680.500	4.000	1.49176	57.4
11*	35.849	9.230	-	-
12	23.936	6.770	1.49176	57.4
13*	-10.075	0.700	-	-
14	-11.190	2.000	1.58547	29.9
15	25.294	0.200	-	-
16	24.157	6.200	1.49176	57.4
17	-15.260	0.500	-	-
18	22.703	3.500	1.60311	60.7
19	-75.123	-	-	-

*は回転対称非球面を表わす。

非球面データ（表示のない非球面係数は0である）；

No. 5 ; $K=0.00$, $A4=0.22050 \times 10^{-6}$

No. 11; $K=0.00$, $A4=-0.17530 \times 10^{-3}$

No. 13; $K=-1$, $A4=-0.46000 \times 10^{-5}$

【0023】図7及び図8の軸上コマ収差図が示すように、防振前と防振 1° での軸上コマ収差はよく補正されており、特に防振後であっても、軸上コマ収差が大きく発生することはない。

【0024】〔実施例3〕図9ないし図12は、本発明を防振望遠鏡に適用した光学系の実施例を示す。図9はそのレンズ構成図であり、物体側から順に、対物光学系I、正立光学系P及び接眼光学系IIより構成され、対物光学系Iは、物体側から順に、負の第1レンズI-1と正の第2レンズI-2の貼合せレンズからなる前群及び正のパワーを持ち少なくとも1面が非球面の第3レンズ

I-3からなる後群から構成されている。接眼光学系IIは、物体側から順に、負の第4レンズII-4、正の第5レンズII-5、負の第6レンズII-6と正の第7レンズII-7の接合レンズ及び正の第8レンズII-8より構成されている。表3はその数値データである。図10はこの光学系の諸収差図、図11は防振前の軸上コマ収差、図12は振れ角 1° を補正する防振 1° での軸上コマ収差を示す。

【0025】

【表3】

面 No.	R	D	Nd	ν_d
1	1520.979	2.000	1.62004	36.3
2	58.481	4.500	1.51633	64.1
3	-387.380	2.000	-	-
4	67.614	4.000	1.49176	57.4
5 *	-347.000	26.630	-	-
6	∞	34.000	1.56883	56.3
7	∞	2.000	-	-
8	∞	32.000	1.56883	56.3
9	∞	28.820	-	-
10	48.800	4.000	1.49176	57.4
11 *	31.605	15.590	-	-
12	23.936	6.770	1.49176	57.4
13 *	-10.075	0.700	-	-
14	-11.190	2.000	1.58547	29.9
15	25.294	0.200	-	-
16	24.157	6.200	1.49176	57.4
17	-15.260	0.500	-	-
18	22.703	3.500	1.60311	60.7
19	-75.123	-	-	-

*は回転対称非球面を表わす。

非球面データ（表示のない非球面係数は0である）；

No. 5 ; $K=0.00$, $A4=0.21290 \times 10^{-6}$, $A6=-0.53870 \times 10^{-9}$, $A8=0.45150 \times 10^{-11}$

No. 11; $K=0.00$, $A4=0.36130 \times 10^{-4}$, $A6=-0.66150 \times 10^{-6}$

No. 13; $K=-1$, $A4=-0.46000 \times 10^{-5}$

【0026】図11及び図12の軸上コマ収差図が示すように、防振前と防振 1° での軸上コマ収差はよく補正されており、特に防振後であっても、軸上コマ収差が大きく発生することはない。

【0027】次に、実施例の条件式に対する値を表4に示す。

【表4】

	実施例1	実施例2	実施例3
条件式(1)	-0.09	-0.14	-0.21
条件式(2)	2.00	3.00	2.01
条件式(2)	0.22	0.35	0.003
条件式(3)	1.03	1.03	1.00

【0028】表4から明らかなように、各実施例の数値は、条件式(1)ないし(3)を満足している。

【0029】以上の実施形態は、正立光学系の後方に、観察光学系としての接眼レンズ系を配した望遠鏡または

双眼鏡に本発明を適用したものであるが、接眼レンズ系に代えて、CCDなどの撮像素子と該撮像素子に結像させる結像光学系とからなる観察光学系を用いる観察光学機器にも本発明は適用可能である。

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、安価で小型で作りやすい、観察光学機器の防振光学系を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の観察光学機器の防振光学系の実施例1のレンズ構成図である。

【図2】図1の防振光学系の諸収差図である。

【図3】図1の防振光学系の防振前の軸上コマ収差図である。

【図4】図1の防振光学系の防振1°での軸上コマ収差図である。

【図5】本発明の観察光学機器の防振光学系の実施例2のレンズ構成図である。

【図6】図5の防振光学系の諸収差図である。

【図7】図5の防振光学系の防振前の軸上コマ収差図である。

【図8】図5の防振光学系の防振1°での軸上コマ収差図である。

【図9】本発明の観察光学機器の防振光学系の実施例3のレンズ構成図である。

【図10】図9の防振光学系の諸収差図である。

【図11】図9の防振光学系の防振前の軸上コマ収差図である。

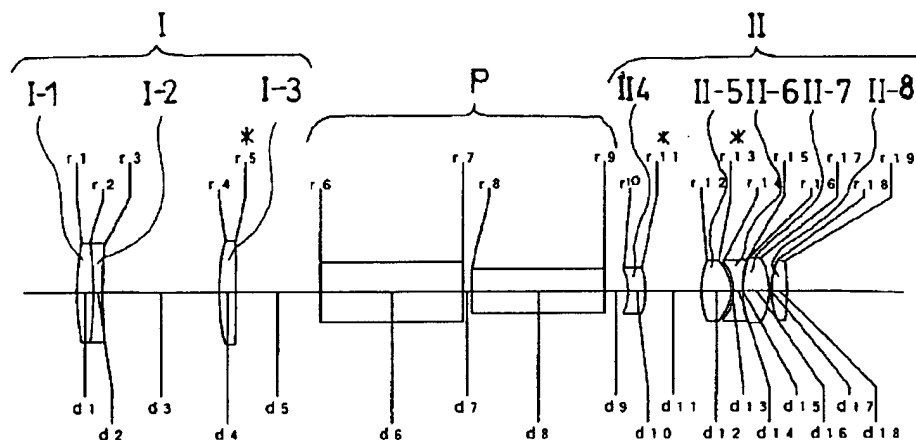
【図12】図9の防振光学系の防振1°での軸上コマ収差図である。

【図13】防振機能として可変頂角プリズムを用いた例を示す図である。

【図14】図13に示すレンズ構成での防振前の軸上コマ収差図である。

【図15】図13に示すレンズ構成での防振1°での軸上コマ収差図である。

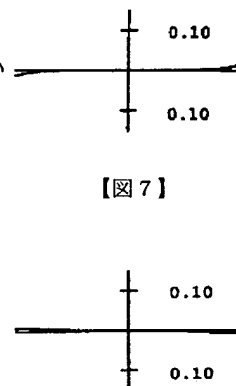
【図1】



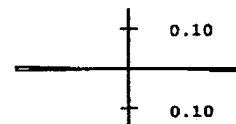
【図4】

【図5】

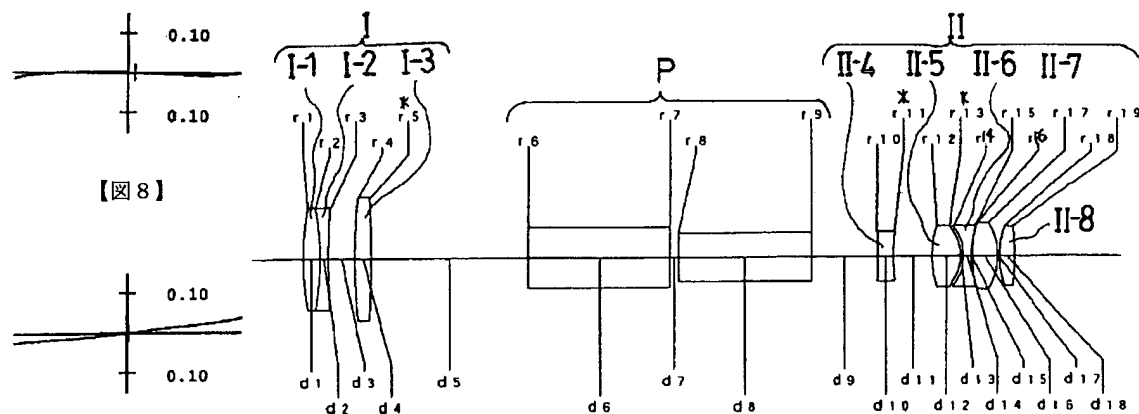
【図3】



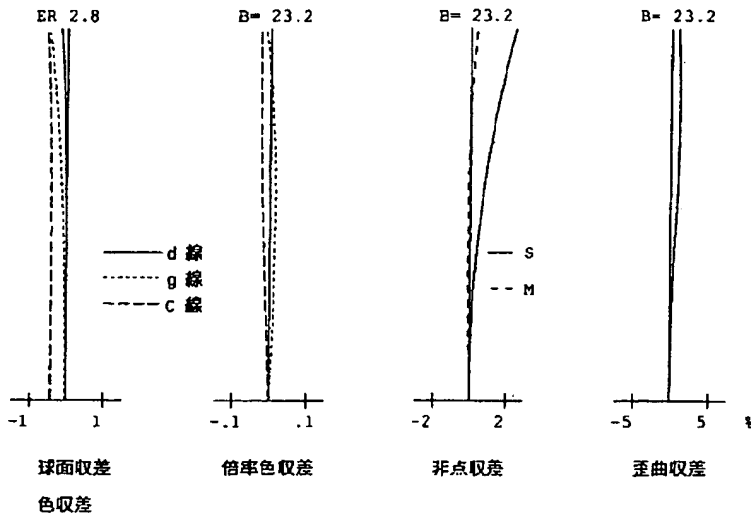
【図7】



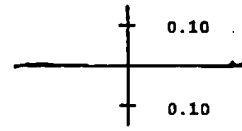
【図8】



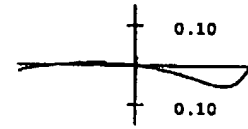
【图 2】



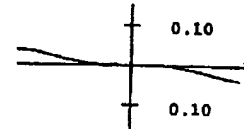
【图 1 1】



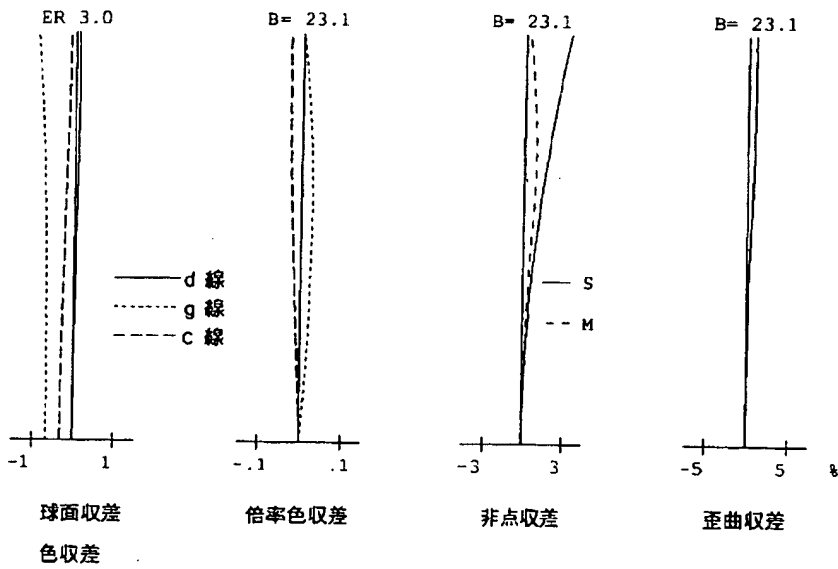
【图 1 2】



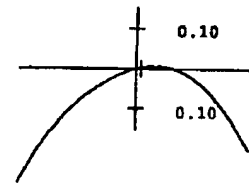
【图 1 4】



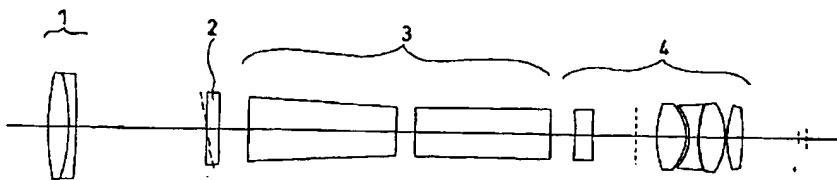
【图 6】



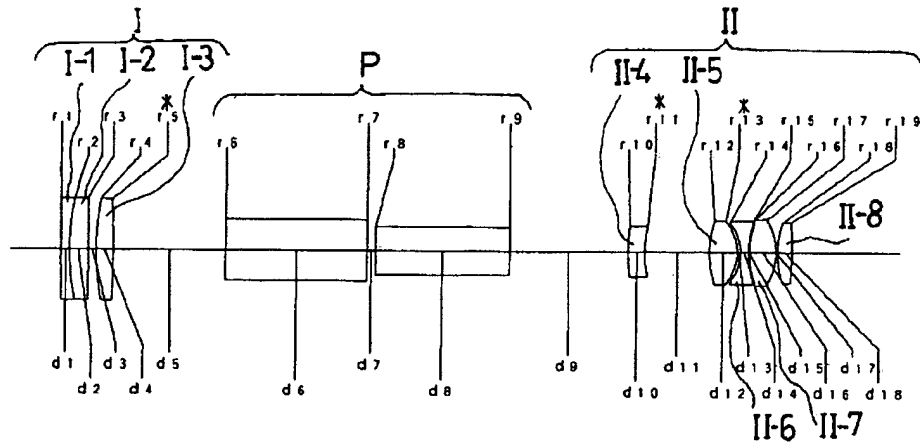
【图 1 5】



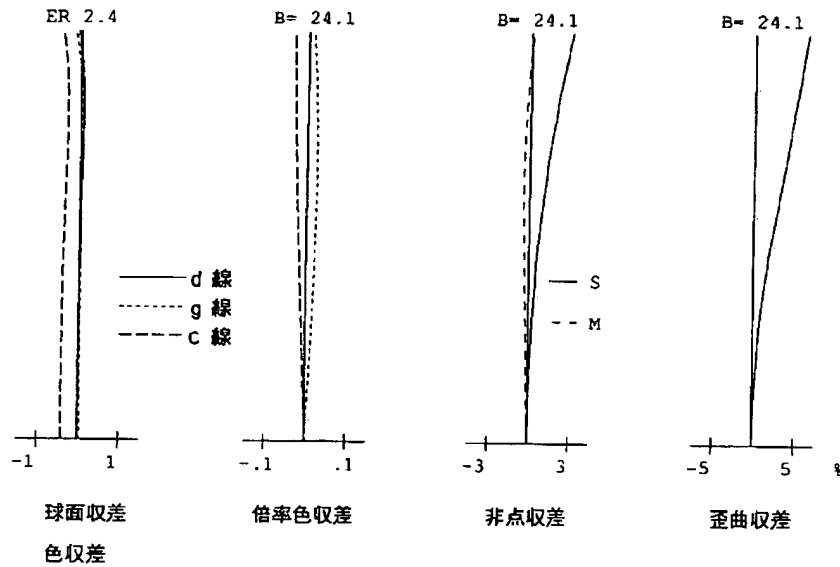
【图 1 3】



【図9】



【図10】



【手続補正書】

【提出日】平成10年1月7日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項2】 請求項1記載の防振光学系において、下記条件式(2)及び(3)を満足する防振光学系。

$$(2) \quad |\phi_{1-2} / \phi_{1-3}| < 0.4$$

$$(3) \quad 0.8 < h_i / h_x < 1.4$$

但し、

ϕ_{1-2} : 対物光学系前群の正レンズと負レンズの合成パワー、

h_i : 対物光学系前群の最も物体側の面の近軸軸上光線の高さ、

h_x : 対物光学系前群の最も観察光学系側の面の近軸軸上光線の高さ。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】また、本発明の防振光学系は、次の条件式
(2) 及び (3) を満足することが好ましい。

$$(2) \quad |\phi_{1-2} / \phi_{1-3}| < 0.4$$

$$(3) \quad 0.8 < h_i / h_x < 1.4$$

但し、

ϕ_{1-2} : 対物光学系前群の正レンズと負レンズの合成パワー、

h_i : 対物光学系前群の最も物体側の面の近軸軸上光線の高さ、

h_x : 対物光学系前群の最も観察光学系側の面の近軸軸上光線の高さ、

である。『近軸軸上光線』とは、無限遠にある光軸上の物点からの光線を意味する。

【手続補正書】

【提出日】平成11年4月26日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

【0027】次に、実施例の条件式に対する値を表4に示す。

【表4】

	実施例1	実施例2	実施例3
条件式(1)	-0.09	-0.14	-0.21
条件式(2)	0.22	0.35	0.003
条件式(3)	1.03	1.03	1.00
条件式(4)	2.00	3.00	2.01